

高等学校本科生物工程专业规范(讨论稿)

一、生物工程本科专业教育的历史沿革与现状

生物工程广泛应用于医药、农业、能源、环境等行业,发展日新月异。生物工程的内涵是“利用生物体系、应用生物学、化学和工程学技术相结合的方法,按照人类的需要改造和设计生物的结构与功能,以便更经济、更有效、大规模地为人类提供所需各种产品或达到某种目的的技术,是生命科学从实验室研究通向工业生产的桥梁”。生物工程是以基因工程、细胞工程、蛋白质工程、微生物工程、生物分离工程为核心,借助于工程技术,以生物技术研究成果为对象,以产业化为目标,进行科学研究开发为其基本任务的工学学科。其主干学科是生物学、化学和工程技术学,他们之间的相互交叉和融合是生物工程发展的重要特征。

生物工程专业正式设立于1998年,生物工程专业(081801)在1998年本科专业目录中明确属于工学的生物工程类(081800),包括了原来的生物化工(部分)、微生物制药、生物化学工程(部分)、发酵工程等四个专业,从而大大拓宽了专业口径。此外,在本科专业目录中首次将生物工程作为工学门类中的一种,与化学工程、轻工等并列,对适应生物技术和人才培养具有重要意义。

从专业演变可知,生物工程专业的历史可追溯到上世纪四十年代的发酵工学、五十年代的抗生素专业、八十年代的生物化学工程、生物化工。自二十世纪七十年代基因重组技术和单克隆抗体技术为代表的现代生物技术的形成,生物工程进入了一个新的阶段,而基因组、转录组、蛋白质组、代谢组、生物大分子的结构与功能研究、生物信息学与计算生物学等的发展又为生物工程的进一步发展提供契机,生物工程伴随着生命科学和生物技术的发展而迅速发展。生物技术正在成为发展最快、应用最广、潜力最大、竞争最为激烈的领域之一,也是最有希望孕育关键性突破的学科之一,而基于生物技术的生物工程产业作为一个正在崛起的主导性产业,已成为产业结构调整的战略重点和新的经济增长点,将成为我国赶超世界发达国家生产力水平,实现后发优势和跨越式发展最有前途、最有希望的领域。

自1998年正式设立专业以来,发展迅速,截止2003年有148所高校设立生物工程专业。全国的生物工程专业办学点数从1997年的57个发展到2003年的148个,增长了1.6倍。年招生规模在1997~1999年平均2255人,经2000和2001年连续两年扩招,至2001年达到10065人,猛增3.5倍,2003年超过14000人;生物工程专业在校本科生人数从1997年6896人增至2001年22544人,2003年继续增至43568人,猛增到6.3倍。可以预见,2004年以后生物工程行业将面临较大的就业压力,由于生物工程的人才需求市场尚没有形成规模,人才将出现供大于求的局面。

在1998年的专业目录中,生物工程专业的相近专业定为应用理学的生物技术专业。因为生物技术专业是以理为主、以工为辅、理工复合型办学专业,培养应用研究型人才,而生物工程专业是以工为主、以理为辅、工理复合型办学专业,培养应用型工程技术人才,两者的侧重点不同。而专业目录中“生物科学”、“生物技术”、“制药工程”、“食品科学与工程”等四个专业都把“生物工程”当作相近专业。说明这些专业之间存在着不同程度、不同层面上的共同点,如和“生物科学”、“生物技术”专业具有共同的生物学基础,和“制药工程”、“食品科学与工程”存在着类似的工程应用基础和应用领域,而且“制药工程”的前身是“微生物制药”、“抗生素专业”等,“食品科学与工程”的前身之一是“发酵工程”,和“生物工程”渊源较深。

根据生物工程专业当前的发展速度与招生规模以及许多学校现有办学条件,对本专业教育的影响因素有如下值得重视的问题:

- 1、办学规模快速膨胀及其大量扩招,给原本紧张的教学资源带来很大压力。特别是新办该专业的学校办学积淀少,师资力量薄弱,经费不足,力不从心,教学质量问题比较突出。特别缺少既具有生命科学知识,又有工程应用、工程开发能力的教师。

2、 由于大量扩招，而生物工程产业还没形成规模，毕业生将明显供过于求，就业压力会越来越大。

3、 由于各校生物工程专业的办学条件不一，办学基础多元化，各校的要求和课程体系相差较大，没有一个规范的标准和可以评估的标准。课程体系有待于进一步探索，专业的学科定位和培养目标有待进一步规范，教学质量监控体系有待强化。

4、 生物工程本科专业为一级学科，但是国内尚没有生物学的工程应用学科、工程学科的研究生学科点，生物工程本科教育不能与研究生教育相衔接，不利于生物工程高级人才的培养。

因此，应当适度控制规模，增强质量意识，切实加强教学基本条件建设，加快专业设置基本质量标准的制定、专业办学质量评估及其专业衔接。

二、生物工程专业的学科定位、培养目标和规格

1. 学科定位：生物工程专业是工科专业，或者侧重工科、工理管结合的复合型专业，以培养应用型、产业化人才为主。授予工学学士。如设双学位或辅修专业，各校根据实际情况，自行确定课程学分和技能训练的最低基本要求，授予辅修学位。

2. 学制：4年，按照学分制管理机制，可实行弹性学习年限。

3. 生物工程专业的骨干学科：生物学、化学、工程技术学

4. 培养目标：通过各种教育教学活动培养学生德智体美全面发展，具有健全人格；具有正确的世界观、人生观和价值观；具有高素质人才所具备的人文社科基础知识和人文修养；具有生命科学的基本知识，掌握生物技术及其产业化的科学原理、工艺技术过程和工程设计等基础理论、基本技能、能在生物技术与工程领域从事设计、生产、管理和新技术研究、新产品开发的工程技术人才。

5. 生物工程专业人才培养规格

本专业培养生物工程技术人才，培养规格一般应具备以下要求：

(1) 素质结构要求

具备较高的思想道德素质：包括正确的政治方向，遵纪守法、诚信为人，有较强的团队意识和健全的人格；→

具备较高的文化素质：掌握一定的人文社科基础知识，具有较好的人文修养；具有国际化视野和现代意识和健康的人际交往意识；→

具备良好的专业素质：受到严格的科学思维训练，掌握一定的科学研究方法，有求实创新的意识和革新精神；在生物技术研发领域具有较好的综合分析素养和价值效益观念；→

具备良好的身心素质：包括健康的体魄、良好的心理素质和生活习惯；→

(2) 能力结构要求

获取知识的能力：具有良好的自学习惯和能力、有较好的表达交流能力、有一定的计算机及信息技术应用能力；→

应用知识能力：具有综合运用所掌握的理论知识和技能，从事生物工程及其相关领域产品研发的能力、具有生物技术下游工程实践和技术革新的能力、具有在生物技术与工程领域从事设计、生产、管理的能力。→

创新能力：具有有较强的创造性思维能力、开展创新实验和科技开发能力；→

(3) 知识结构要求

1、 自然科学知识：掌握数学、物理、化学、生命科学等方面的基本理论和基本知识；

2、 人文社会科学知识：具有一定的文学、艺术、哲学、思想道德、法学、社会学、心理学等方面的知识；

3、 工具性知识：掌握一门外国语，能阅读外文专业文献；掌握计算机应用基础知识、资料查询、文献检索的基本方法，具有运用现代信息技术获取相关信息的能力。

- 4、专业基础知识：掌握微生物学、生物化学、生化工程原理等方面的基本理论和基础知识；
- 5、生物工程专业知识：掌握基因工程、细胞工程、蛋白质工程、发酵工程、生物分离工程等基本知识；掌握生物细胞培养、生物工程和生物技术等方面的基本实验技能；
- 6、工程技术知识：掌握工程制图、电工电子学和基本工程技术等知识；
- 7、经济管理知识：掌握经济学、管理学等方面的初步知识；了解与生物产业有关的方针、政策和法规；

三、生物工程专业的教育内容和知识体系

1. 生物技术专业人才培养的教育内容及知识结构的总体框架

根据高等院校理工科本科专业人才培养模式的要求，生物工程专业人才的培养要体现知识、能力、素质协调发展的原则。要设计适当的知识体系为载体来进行能力培养和素质教育，要强化知识结构的设计与建设，使每一个知识模块构成一个适当的训练系统。

根据生物工程本科专业人才的培养要求和体现知识、能力、素质协调发展的原则，生物工程专业人才培养的教育内容及知识结构的总体框架为：

生物工程本科专业教育内容和知识体系由通识教育内容、专业教育内容和综合教育内容三大部份及 15 个知识体系构成：

通识教育内容包括：①人文社会科学，②自然科学，③经济管理，④外语，⑤计算机信息技术，⑥体育，⑦实践训练等知识体系；其课程教学学分占总学分的 50%左右。

生物工程专业教育内容包括：①生物技术与工程的学科基础，②生物工程专业知识体系，③生物工程专业实践训练等知识体系；其课程教学学分占总学分的 45%左右。

综合教育内容包括：①思想教育，②学术与科技活动，③文艺活动，④体育活动，⑤自选活动等知识体系；其课程教学学分占总学分的 5%左右。

2. 生物工程专业教育知识体系

知识体系由知识领域、知识单元和知识点三个层次组成。一个知识领域可以分解成若干个知识单元，一个知识单元又包括若干个知识点。知识单元又分为核心知识单元和选修知识单元。核心知识单元提供的是知识体系的最小集合，是生物工程专业在本科教学中必要的最基本的知识单元；选修知识单元是指不在核心知识单元内的那些知识单元。核心知识单元的选择是最基本的共性的教学规范，选修知识单元的选择体现各校的不同特色。

(1) 生物工程专业知识体系一览：

- 一、生命的化学分子基础
- 二、细胞的结构与功能
- 三、生物体的结构与功能
- 四、微生物的类群、特征与代谢
- 五、传递原理和生物工程单元操作
- 六、细胞工程
- 七、酶与酶工程
- 八、基因工程
- 九、发酵工程
- 十、生物物质分离工程
- 十一、工程制图和生化工程设备

(2) 生物工程专业知识体系的知识领域、核心知识单元及应选修的知识单元；及其所需的最少讲授时间或实验时间；（见附录）

3. 生物工程专业课程体系的构建

根据生物工程专业的教育内容和知识体系，构建了生物工程专业的课程体系。课程教学包括理论课程教学和实验课程教学。各课程由核心课程和选修课程组成，核心课程应该覆盖生物工程知识体系中的核心内容。同时，各高校可选择一些选修知识单元，将反映生物工程的学科前沿和反映学校特色的知识单元组织到选修课程中，依本校的特色构建课程体系。

4. 构建实践教学内容及体系

为提高学生的实践能力和创新精神，生物工程专业必须加强实践环节的教学，构建实践性环节教学体系，着重培养以下能力：（1）实验技能；（2）工艺操作能力；（3）工程设计能力；（4）科学研究能力；（5）社会实践能力等。实践教学包括独立设置的实验课程、课程设计、教学实习、社会实践、科技训练、综合论文训练等多种形式。

5. 生物工程专业的课程体系

课程类型及建议的学分比例：

人文社科类课程（含政治/外语/计算机/人文/经管/体育等）占 30%左右，约为 42-45 学分。

自然科学基础课程（数学/物理/化学）占 25%左右，约为 35-38 学分，含高等数学、线性代数、概率论、物理学、无机与分析化学、有机化学、物理化学等课程。

专业基础课程：建议实行“5+1+X”模式，即基础生物学（3 学分）、生物化学（4 学分）及实验（3 学分）、微生物学（3 学分）及实验（2 学分）、化工原理（4 学分）及实验（2 学分）、工程制图（2 学分）+1 门工程类专业基础课（3 学分）+X 门特色基础专业课（细胞生物学等）。学分比例占 25%左右，约为 35-38 学分。（以上课时为各课程的最少学分）

专业课程（含专业选修课程）：实行“3+X”模式，发酵工程、生物物质分离工程、生化工程设备+X 门工程类专业课及其相关实验课程。学分比例占 20%左右，约为 28-30 学分。

专业基础课和专业课理论授课学时与实验教学的课时比例尽量不低于 1：0.8。

具体专业基础课程和专业课程按各校的特色和条件设定，特别是选修课程更要体现不同学校的基础和专业定位，如环境生物工程、能源生物工程、生物制药、生物材料等。

专业选修课程：

建议设立的专业基础选修课程为：细胞生物学、分子生物学、遗传学、过程控制等。

建议设立的专业选修课程为：基因工程、细胞工程、蛋白质工程（酶工程）、生物工艺学、生物信息学，以及生物工程的课程设计等。

主要实践性教学环节：

军训、社会实践、认识实习、生产实习、专业课程设计、专业实验、毕业实习、毕业论文和毕业设计。不少于 30 周。着重培养以下能力：（1）实验技能；（2）科学研究能力；（3）工程应用能力；（4）工艺操作能力；（5）社会实践能力等

课程与毕业学分统计：

课程学分=人文社科类课（42-45 学分）+自然科学基础课（35-38 学分）+专业基础课程（35-38 学分）+专业课程（28-30 学分）=140-150 学分，学时为 2500-2700（不含独立的实践教学环节） Σ （1）

总学分=课程总学分（140-150）+ Σ （2）实践环节课（军训+工程实习+认识实习+专业实习+毕业实习+科研实习 ≥ 30 学分）

= 170-180 学分

（3）在校学习时间：160 周以上，其他实践教学 5-10 周，总的实践环节不少于 30 周；各课程的最少学时数或实验时间（各校应考虑讲授、网上学习、自学等不同学习形式的差别而制定）。

附件：主要课程的知识点：

（基础生物学、生物化学、微生物学、传递原理与单元操作（化工原理）、工程制图、发酵工程、生物物质分离工程、生化工程设备（8 门必修课）+细胞生物学、酶工程、细胞工程、

基因工程（4门选修课）

一、基础生物学

1、生命和生命科学

1.1 什么是生命

1.2 生命科学的发展和研究方法

2、生命的化学基础与基本单位

2.1 生命的化学基础

2.1.1 生命体的元素组成和分子骨架

2.1.2 生物小分子及其生物学功能

2.1.3 生物大分子的结构与功能

2.2 生命的基本单位——细胞

2.2.1 细胞的形态结构和功能

2.2.2 细胞分裂和细胞周期

3、生命活动及生命的形态与建成

3.1 植物的生命活动及生命的形态与建成

3.1.1 植物的营养器官及营养生长

3.1.2 植物的营养与体内运输

3.1.3 植物的繁殖方式

3.1.4 植物生长物质及其作用

3.2 被子植物的有性生殖和发育

3.2.1 花粉粒的形成和发育

3.2.2 胚囊的形成和发育

3.2.3 开花、传粉与受精

3.2.4 种子和果实的形成

3.2.5 种子的萌发和幼苗的形成

3.3 动物的组织、消化和吸收

3.3.1 动物的组织及其功能

3.3.2 动物的必需营养素及其功能

3.3.3 动物消化系统结构和功能的演化

3.3.4 高等动物消化系统与食物的消化和吸收

3.4 动物的循环和呼吸

3.4.1 循环与内环境的概念和意义

3.4.2 动物循环系统结构与功能的演化

3.4.3 哺乳动物心血管系统的构造、各部功能及生理

3.4.4 哺乳动物淋巴系统的结构与功能

3.4.5 动物呼吸系统结构与功能的演化

3.4.6 高等动物呼吸系统的构造和功能

3.4.7 哺乳动物的呼吸生理

3.4.8 哺乳动物呼吸的调节

3.5 动物的排泄和水盐平衡

3.5.1 动物排泄系统结构与功能的演化

3.5.2 哺乳动物泌尿系统的构造和各部功能

- 3.5.3 哺乳动物尿的形成及其影响因素
- 3.5.4 动物体内的水盐平衡
- 3.6 动物的体内调节
 - 3.6.1 动物神经系统结构与功能的演化
 - 3.6.2 哺乳动物神经系统的构成及各部功能
 - 3.6.3 反射和反射弧
 - 3.6.4 哺乳动物内分泌系统的组成及各激素调节作用
 - 3.6.5 神经调节与体液调节各自特点及相互关系
- 3.7 动物的感觉与运动
 - 3.7.1 感受器的功能及生理特征
 - 3.7.2 哺乳动物主要感受器和感觉器官的构造与功能
 - 3.7.3 哺乳动物的运动系统与躯体感觉
- 3.8 动物的行为
 - 3.8.1 动物行为的概念与类型
 - 3.8.2 动物行为的发生
- 3.9 动物的生殖和发育
 - 3.9.1 高等动物生殖系统的构造和功能
 - 3.9.2 哺乳动物精子的发生和卵子的发生
 - 3.9.3 哺乳动物受精过程及影响受精的因素
 - 3.9.4 动物胚胎发育和形态建成
 - 3.9.5 动物的胚后发育

4、生命活动的维持--能量的获取与转换

- 4.1 能量与代谢
 - 4.1.1 生物的有序性与自由能
 - 4.1.2 细胞的能量流通货币——ATP 的结构与功能模式
 - 4.1.3 酶的催化特性
 - 4.1.4 酶的催化机理
 - 4.1.5 影响酶活性的因素
 - 4.1.6 酶促反应形成代谢途径
- 4.2 光合作用——生物能的获取
- 4.3 细胞呼吸（生物氧化）——细胞获能

5、生命延续的本质——遗传与变异

- 5.1 基因的概念及其发展
- 5.2 DNA 与染色体
- 5.3 生物繁衍的分子基础——DNA 的复制
 - 5.3.1 DNA 半保留复制过程
 - 5.3.2 噬菌体 DNA 的滚环复制
 - 5.3.3 PCR 技术及其应用
- 5.4 遗传信息的传递——基因的表达与调控
 - 5.4.1 基因的表达
 - 5.4.2 各类生物遗传信息表达的一致性
 - 5.4.3 原核生物基因表达调控

- 5.4.4 真核生物基因表达调控
- 5.5 基因在生物遗传中的作用
- 5.6 遗传物质的改变
- 5.7 人类基因组研究

6、生物体的防卫系统

- 6.1 免疫基本知识
- 6.2 自然免疫和获得免疫
- 6.3 免疫应答
- 6.4 免疫性疾病
- 6.5 免疫学的应用

7、生命的信息传递和处理

- 7.1 细胞通讯和信号传递
- 7.2 神经信息的传递
- 7.3 激素信息的传递
- 7.4 生态系统的信号传递

8、生命起源和生物进化

- 8.1 生命的起源和进化史
- 8.2 进化证据和进化理论
- 8.3 小进化与大进化
- 8.4 人类的起源与进化

9、生物的多样性及其保护

- 9.1 生物的分类和分界
- 9.2 病毒
- 9.3 原核生物
- 9.4 真菌
- 9.5 植物
- 9.6 动物
- 9.7 生物多样性的保护

10、生物与环境

- 10.1 环境因素及其对生物的影响
- 10.2 种群生态
- 10.3 生物群落
- 10.4 生态系统
- 10.5 人与环境

二、生命的化学分子基础

- 1. 生命的基本化学分子
- 1.1 生物小分子
- 1.2 生物大分子

2. 糖类化学

2.1 单糖

2.2 寡糖

2.3 多糖

2.4 糖胺聚糖和蛋白聚糖

3. 脂类化学和生物膜

3.1 脂肪酸

3.2 单脂

3.3 磷脂

3.4 糖脂

3.5 类脂

3.6 生物膜

4. 蛋白质化学

4.1 蛋白质的化学组成

4.2 蛋白质的空间结构

4.3 蛋白质的结构与功能的关系

4.4 蛋白质的性质

4.5 蛋白质的分离、纯化与鉴定

5. 核酸化学

5.1 核苷酸

5.2 DNA 的结构

5.3 RNA 的结构

5.4 核酸的分离纯化和常用研究方法

5.5 核酸的生物功能

6. 酶化学

6.1 酶的一般概念

6.2 酶的分离纯化

6.3 酶的结构和功能

6.4 酶的催化机理

6.5 酶活性的调节机制

7. 维生素与辅酶

7.1 脂溶性维生素与辅酶

7.2 水溶性维生素与辅酶

8. 激素及其受体介导的信息传导

8.1 激素的作用机制

8.2 激素的分泌与调节

8.3 常见激素的结构与功能

9. 生物氧化及生物能学

9.1 生物氧化的基本概念

9.2 电子传递与呼吸链

9.3 氧化磷酸化

10. 糖代谢

10.1 糖的消化 吸收和转运

10.2 糖酵解

10.3 丙酮酸的氧化脱羧

10.4 三羧酸循环

10.5 磷酸戊糖途径

10.6 乙醛酸循环

10.7 糖醛酸途径

10.8 其它单糖的代谢

10.9 糖异生

10.10 光合作用

10.11 寡糖的合成

10.12 多糖的合成

11. 脂代谢

11.1 脂类的消化、吸收和转运

11.2 脂肪的分解与合成代谢

11.3 磷脂的代谢

11.4 胆固醇的代谢

11.5 脂代谢的调节

12. 蛋白质分解代谢和氨基酸代谢

12.1 蛋白质的酶促降解

12.2 氨基酸的分解代谢

12.3 氨基酸及其衍生物的合成代谢

12.4 生物固氮

13. 核酸的分解和核苷酸代谢

13.1 核酸的分解

13.2 嘌呤核苷酸的代谢

13.3 嘧啶核苷酸的代谢

13.4 脱氧核糖核苷酸的合成

13.5 辅酶核苷酸的代谢

14. DNA 的复制

14.1 DNA 复制的基本特征

14.2 原核生物 DNA 复制的机制

14.3 真核生物 DNA 的复制

- 14.4 滚环复制
- 14.5 D-环复制
- 14.6 DNA 复制的调控
- 14.7 逆转录

- 15. DNA 的损伤与修复
 - 15.1 DNA 损伤的因素与类型
 - 15.2 DNA 损伤的修复机制

- 16. DNA 的重组
 - 16.1 DNA 重组的一般概念
 - 16.2 同源重组
 - 16.3 位点特异性重组
 - 16.4 转座重组

- 17. RNA 的生物合成
 - 17.1 中心法则
 - 17.2. RNA 聚合酶的结构与功能
 - 17.3 原核生物基因转录机制
 - 17.4 真核生物基因转录机制
 - 17.5 RNA 复制

- 18. 转录后加工
 - 18.1 rRNA 前体的后加工
 - 18.2 tRNA 前体的后加工
 - 18.3 mRNA 前体的后加工

- 19. 蛋白质的生物合成
 - 19.1 蛋白质合成的特征
 - 19.2 原核生物蛋白质合成的机制
 - 19.3 真核生物蛋白质合成的机制
 - 19.4 线粒体与叶绿体的蛋白质合成系统
 - 19.5 蛋白质合成的后加工

- 20 原核生物的基因表达调控
 - 20.1 基因表达调控的一般概念
 - 20.2 DNA 水平上的基因表达调控
 - 20.3 转录水平上的基因表达调控
 - 20.4 翻译水平上的基因表达调控

- 21. 真核生物的基因表达调控
 - 21.1 染色质水平上的基因表达调控
 - 21.2 DNA 水平上的基因表达调控
 - 21.3 转录水平上的基因表达调控

21.4 转录后加工水平上的基因表达调控

21.5 翻译水平上的基因表达调控

21.6 翻译后加工水平上的基因表达调控

22. 重组 DNA 技术及其应用

22.1 重组 DNA 技术

22.2 重组 DNA 的分析与鉴定

22.3 其它与重组 DNA 相关的技术

三. 细胞的结构与功能及其重大生命活动

1. 细胞概要

1.1 细胞的基本共性

1.2 原核细胞与古核细胞

1.3 原核细胞与真核细胞的比较

1.4 植物细胞与动物细胞的比较

2. 细胞质膜与细胞表面

2.1 细胞质膜的结构模型

2.2 膜的流动性

2.3 膜的不对称性

2.4 脂筏

2.5 膜骨架

2.6 细胞表面的特化结构

3. 细胞连接

3.1 封闭连接

3.2 锚定连接

3.3 通讯连接

3.4 细胞表面的粘连分子

4. 动物细胞外基质

4.1 胶原

4.2 氨基酸糖和蛋白聚糖

4.3 层粘连蛋白和纤粘连蛋白

4.4 弹性蛋白

5. 植物细胞壁

5.1 组成细胞壁的大分子

5.2 细胞壁构架

5.3 细胞壁的生物合成和装配

5.4 细胞壁与细胞生长、分化

5.5 细胞壁の利用

6. 物质的跨膜运输

6.1 被动运输与主动运输

6.2 载体蛋白与通道蛋白

6.3 泵

6.4. 内吞作用与外排作用

7. 真核细胞内的区域化

7.1 区域化概述:膜性细胞器

7.2 内质网的类型及其功能

7.3 高尔基复合体及其功能

7.4 溶酶体的结构、功能与发生

7.5 过氧化物酶体及其功能

8. 真核细胞产能细胞器: 线粒体与叶绿体

8.1 线粒体的结构与功能

8.2 叶绿体的结构与功能

8.3 光合作用:光反应与暗反应

8.4 线粒体与叶绿体的遗传

8.5 线粒体和叶绿体蛋白质的运送和组装

9. 蛋白质分选和囊泡运输

9.1 核糖体的组成与功能

9.2 信号假说与蛋白分选信号

9.3 内质网在蛋白质分选和组装中的作用

9.4 高尔基体中的蛋白质修饰

9.5 蛋白质分选的基本途径与类型

9.6 细胞内的膜泡运输

10. 细胞骨架

10.1 细胞骨架的概述

10.2 微丝的结构与功能

10.3 微管结构与功能

10.4 中间纤维结构与功能

10.5 细胞核骨架

11. 细胞核与染色体

11.1 染色质化学组成

11.2 常染色质和异染色质

11.3 染色体结构

11.4 核仁的超微结构与功能

12. 细胞信号转导

12.1 细胞受体与分子开关

12.2 细胞内受体介导的信号传递

12.3 细胞信号传递的基本特征与蛋白激酶的网络整合信息

12.4 植物细胞的信号转导

13.细胞增殖及其调控

13.1 细胞周期

13.2 有丝分裂

13.3 减数分裂

13.4 细胞周期的调控

14.细胞分化与基因表达

14.1 细胞分化的特征与影响因素

14.2 细胞分化与胚胎发育

14.3 癌细胞与癌生物学

15.细胞衰老与凋亡

15.1 细胞衰老的特征

15.2 细胞衰老的分子机制

15.3 细胞凋亡及其生物学意义

15.4 凋亡的形态及生化特征

15.5 凋亡的分子机制

15.6 凋亡的途径

四. 微生物的生命活动特征、规律及其与人类的关系

1 微生物的分离和纯培养

1.1 可培养微生物的分离和纯培养

1.2 不可培养微生物的检测与分离

1.3 病毒的分离和纯化

1.4 其它

2 微生物的结构与功能

2.1 细菌细胞的结构与功能

2.2 古生菌细胞的结构与功能

2.3 真核微生物细胞的结构与功能

2.4 病毒的结构与功能

3 微生物的营养、生长和控制

3.1 微生物的营养要求及方式

3.2 微生物的一般生长繁殖规律

3.3 嗜极微生物及古生菌的生长繁殖特征

3.4 病毒的生活周期

3.5 用物理和化学方法控制微生物

4 微生物代谢及其调控

4.1 能量的释放与储藏

4.2 生物合成及耗能代谢

4.3 微生物代谢的调节

4.4 微生物的次级代谢

5 微生物的系统发育和生物多样性

- 5.1 微生物的进化与系统发育
- 5.2 微生物分类鉴定的特征和技术
- 5.3 细菌的多样性
- 5.4 古生菌的多样性
- 5.5 真核微生物的多样性
- 5.6 病毒的多样性

6 微生物生态

- 6.1 微生物在自然环境中的适应与分布
- 6.2 微生物与其它生物的相互作用
- 6.3 微生物与生物地球化学循环
- 6.4 微生物与环境保护

7 微生物与人类生活

- 7.1 微生物的致病性
- 7.2 宿主对微生物感染的非特异性防御
- 7.3 宿主的特异性免疫
- 7.4 微生物引起的各种人类疾病及其防治方法
- 7.5 传染病的流行病学
- 7.6 微生物武器及防恐、反恐
- 7.7 微生物与基因工程
- 7.8 微生物工业和产品

五、传递原理和单元操作

1、 流体流动

- 1.1 流体流动概述
- 1.2 流体静力学
- 1.3 流体流动中的守恒原理
 - 1.3.1 质量守恒
 - 1.3.2 机械能守恒
- 1.4 流体流动的内部结构
 - 1.4.1 流动型态
 - 1.4.2 边界层及边界层脱体
 - 1.4.3 圆管内流体流动的数学描述
- 1.5 阻力损失
 - 1.5.1 两种阻力损失
 - 1.5.2 湍流时直管阻力损失的实验研究方法
 - 1.5.3 直管阻力损失的计算式
 - 1.5.4 局部阻力损失
- 1.6 流体输送管路的计算
 - 1.6.1 简单管路计算

- 1.6.2 复杂管路计算
- 1.7 流速和流量的测定
 - 1.7.1 毕托管
 - 1.7.2 孔板流量计
 - 1.7.3 转子流量计

2、 流体输送机械

- 2.1 离心泵
 - 2.1.1 离心泵的工作原理
 - 2.1.2 离心泵的特性曲线
 - 2.1.3 离心泵的汽蚀现象与泵的安装高度
 - 2.1.4 离心泵的调节与组合
- 2.2 往复泵
 - 2.2.1 往复泵的工作原理
 - 2.2.2 往复泵的流量调节
 - 2.2.3 其它液体输送用泵
- 2.3 气体输送机械
 - 2.3.1 通风机
 - 2.3.2 鼓风机
 - 2.3.3 压缩机
 - 2.3.4 真空泵

3、 颗粒-流体两相系统

- 3.1 颗粒的特性
- 3.2 流体与颗粒的相对运动
 - 3.2.1 曳力和曳力系数
 - 3.2.2 颗粒的自由沉降
- 3.3 流体通过固定床的流动
- 3.4 固定颗粒流态化
- 3.5 过滤
 - 3.5.1 过滤操作的基本概念
 - 3.5.2 过滤设备
 - 3.5.3 过滤计算
 - 3.5.4 洗涤速率和洗涤时间
 - 3.5.5 过滤过程计算
 - 3.5.6 加快过滤速率的途径
- 3.6 沉降
 - 3.6.1 重力沉降
 - 3.6.2 离心沉降

4、 搅 拌

- 4.1 搅拌装置
- 4.2 混合机理
 - 4.2.1 均相物系的混合机理

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/288125141011006051>